

2. Otto Müller: Das Gesetz der Zelltheilungsfolge von *Melosira* (*Orthosira*) *arenaria* Moore.

Eingegangen am 17. Januar 1883.

Das Gesetz der Zweitheilung wird für die vegetative Vermehrung der Bacillariaceen als Thatsache hingenommen, ohne dass sich diese Annahme, soviel mir bekannt ist, auf dahin abzielende Untersuchungen stützt. Man stellt sich demgemäss den Aufbau eines Fadens im Allgemeinen nach dem Schema erfolgend vor, welches E. Pfitzer in seiner grundlegenden Arbeit¹⁾ aufgestellt hat. Dieses Schema setzt nicht sowohl eine regelmässige Zweitheilung voraus, sondern, was hier wesentlich in Betracht kommt, es fordert für den Theilungsakt der einzelnen Zellen einer jeden Generation auch die Coincidenz des Beginns und gleiche Zeitdauer.

Für verschiedene fadenbildende Arten, namentlich der Gattung *Melosira*, besteht dieses Gesetz sehr wahrscheinlich zu Recht, unzweifelhaft aber ist es nicht von allgemeiner Geltung. Damit sollen nicht die zufälligen Unregelmässigkeiten verstanden sein, welche ein Faden durch verfrühte, verzögerte oder gänzlich unterbleibende Theilung einzelner Zellen nothwendig aufweisen muss, sondern diejenigen tief eingreifenden Modificationen, welche durch regelmässige Verzögerung der Theilung morphologisch bestimmter Individuen her- vorgebracht werden.

Die Untersuchung eines Zellfadens auf die zeitige Aufeinander- folge seiner Componenten wird nur dann Aussicht auf Erfolg bieten, wenn besondere anatomische Merkmale und die Gruppierung der Zellen mit der Entwicklungsgeschichte unmittelbar in Zusammenhang gebracht werden können. Diese Voraussetzung scheint nur in sehr seltenen Fällen erfüllt und es wird daher der Nachweis, welchem Gesetze eine gegebene Art thatsächlich folgt, meistens überhaupt nicht zu führen sein.

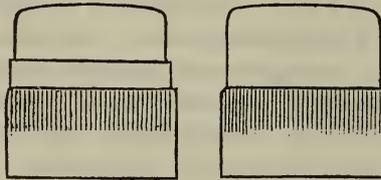
Das Vorhandensein wesentlicher Abweichungen von dem Gesetze der Zweitheilung drängte sich mir zuerst bei Gelegenheit meiner Unter- suchungen über die Gattung *Terpsinoë*²⁾ auf. Es gelang hier Drillings-

1) Bau und Entwicklung der Bacillariaceen, Bonn 1871. p. 100 ff. und Tafel 6, Fig. 4. Derselbe: Die Bacillariaceen, in Schenk's Handbuch der Botanik, Breslau 1882, Bd. II. p. 431 ff.

2) Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin 1881, p. 3 ff.

bildungen nachzuweisen, deren freie Anfangs- und Endschalen mit absoluter Sicherheit ihre Abstammung von einem Zwillinge erkennen liessen, dessen eine Zelle sich nicht wieder getheilt hat; die grosse Häufigkeit derselben schloss die Zufälligkeit der Erscheinung von vorn herein aus. Dieser Befund veranlasste mich zu weiteren Nachforschungen an fadenbildenden Arten; aber erst die genauere Untersuchung der eigenthümlichen anatomischen Verhältnisse von *Melosira arenaria* ergab genügende Anhaltspunkte um die Entwicklungsgeschichte des Fadens klar zu legen.

Die Schale von *Melosira arenaria* ist ein kurzer, nach aussen durch eine wenig gewölbte Fläche geschlossener Hohlcyylinder mit verhältnissmässig sehr starker Wandung, dessen Querschnitt (Schalenseite der Zelle) kreisrund, dessen Mantel (Gürtelbandseite der Zelle) sich aber an den Zellen desselben Fadens verschieden gestaltet. Bei der Hälfte aller Schalen besteht er aus zwei übereinander liegenden Rechtecken, deren oberes im Breitendurchmesser etwas kleiner, im Höhendurchmesser etwas grösser ist als das untere; die seitliche Schalencontour ist daher zweimal gebrochen. Bei der anderen Hälfte dagegen ist er ein einfaches Rechteck. Dieser Unterschied wird dadurch verursacht, dass



bei dem einen Theile der Schalen die Partie des Randes dem das Gürtelband anhaftet, verdickt ist. Die Verdickungszone schneidet in etwa $\frac{1}{3}$ der Höhe des Cylindermantels mit einer scharfen Grenzlinie ab, sie bildet das breitere und niedrigere Rechteck; bei dem anderen Theile der Schalen ist eine solche Randverdickung nicht zu bemerken.

Von den weiteren anatomischen Eigenthümlichkeiten erwähne ich in dieser Mittheilung nur noch die Differenz, welche zwischen der Skulptur der Schale und des Gürtelbandes besteht und welche es mittels der am bezeichneten Orte näher beschriebenen Methode ermöglicht, zu entscheiden, ob eine Schale frei oder ob sie von Gürtelbandmembran bedeckt ist. Der Cylindermantel der Schalen lässt deutliche polygonale Zeichnungen erkennen, das Gürtelband dagegen besitzt zarte Falten in Form parallel gestellter Längsstreifen, welche vom Anheftungsrande bis etwa zur Mitte der Gürtelbandfläche sich hinziehen, den freien Gürtelbandrand also nicht erreichen. Auf die feineren Structurverhältnisse gehe ich hier nicht weiter ein.

Der Nachweis dieser längs verlaufenden Falten über der relativ

groben polygonalen Zeichnung der Schalen führt zur sicheren Erkennung der Ueberlagerung des Gürtelbandes. Die Richtung der Längsstreifen, von der Naht zum freien Rande des Gürtelbandes, ist für die Lage dieses meist unsichtbaren Randes entscheidend. Die mühsame und schwierige Absuchung der Oberfläche jeder einzelnen Zelle des Fadens, führt zur Bestimmung der freien, d. h. nicht von Gürtelbandmembran bedeckten, sowie der umschlossenen Schalen und ihrer Aufeinanderfolge, damit aber zur Gruppierung der Zellen im Faden.

Im Folgenden sei die freie Schale mit f , die umschlossene mit u bezeichnet. Diejenigen Schalen mit verdickter Randpartie, auf deren cylindrischer Seitenwand in der Gürtelbandansicht der Zelle daher eine dem Rande parallele Linie markirt ist, sollen das Zeichen —, die anderen, bei denen jene Verdickung der Membran fehlt, das Zeichen \circ erhalten. f bedeutet daher eine freie Schale mit marginaler Verdickung, f° eine solche ohne dieselbe, (entsprechend \underline{u} und \underline{u}°). Die Formel $fuuf$ bezeichnet einen Zwilling = Z, die Formel $fufuf$ einen Drilling = D, dessen Drillingszelle nach links, $fuufuf$ einen solchen, dessen Drillingszelle nach rechts ausgeschoben ist, links und rechts natürlich nur in Bezug auf die Stellung des Beobachters. Unter Drillingszelle = d, soll diejenige Zelle verstanden sein, welche aus dem Mutterzwilling ungetheilt in den Drilling überging.

Die Beobachtung ergab zunächst, dass jeder Faden von *Melosira arenaria* aus einer Anzahl zu Drillings- und Zwillinggruppen geordneten Zellen besteht. Die Begrenzung der Drillinge durch je ein f am Anfang und Ende kennzeichnet die Drillingszelle als eine unverändert gebliebene Zelle des Mutterzwillings und beweist, dass von den beiden Töchtern der anderen Zelle des Mutterzwillings die Mittelzelle des späteren Drillings, mag nun die grössere oder kleinere Zelle des Mutterzwillings wieder zur Mutter geworden sein, unter allen Umständen die kleinere Tochterzelle ist. Da nun das f der kleineren Tochterzelle nothwendig und in allen Fällen vor der Theilung als u der Mutterzelle, das f der grösseren Tochterzelle dagegen als f der Mutterzelle bestanden hat, so ist die Construction der Stammzelle des als Theil eines Drillings sich darstellenden Zwillings, Drillings-Zwilling = (Z), sicher und einfach abzuleiten. Ein Drilling z. B. von der Form $fufuf$ muss einem Mutterzwillinge von der Form fuf seine Entstehung verdanken, eine andere Lösung ist nicht möglich.

Die Schwierigkeiten, den vorangegangenen Zustand des Fadens, zunächst die n—1te Theilungsperiode richtig zu erkennen, liegen in den Zwillinggruppen. Es ist offenbar ein sehr wesentlicher Unterschied, ob die Mutterzelle in dem Faden die Stellung fu oder uf hatte, da hiervon allein die weitere Gruppierung der Zellen abhängt. Gelingt es nicht Merkmale zu finden, welche mit Sicherheit die grössere von der kleineren Tochterzelle im Zwillinge unterscheiden lehren, dann

ist die Lösung der Aufgabe undenkbar, leider trifft dies für die meisten Arten zu. Unsere Species bietet aber eine so seltene Gunst der Verhältnisse, dass der Beweis geführt werden kann: diejenige Zelle im Zwillings, deren *u* das Zeichen *o* trägt, weist sich dadurch als kleinere Tochterzelle der Spezialmutterzelle aus.

Diesen Beweis muss ich einer grösseren Publikation, welche in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik von N. Pringsheim demnächst erfolgen soll, vorbehalten, er setzt weitgehende Betrachtungen über die Gruppierung der Zeichen — und *o* und deren Beziehungen zu den Elementen *f* und *u* voraus. Ich will hier lediglich die Thatsache constatiren, dass die beiden zusammenliegenden *u* jedes Zwillinges ungleiche Zeichen besitzen, eins —, das andere *o*, und dass letzteres der kleineren Tochter angehört.

Hieraus aber ergibt sich die weitere Folgerung, dass

Mutterzellen von der Form $\underline{f}u$; $\overset{\circ}{f}u$; $\underline{f}\overset{\circ}{u}$; $\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}$;

Zwillinge von der Form $\underline{f}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{f}$; $\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{f}$; $\underline{f}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{u}$; $\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{u}$;

bilden müssen, welche Formeln auch rückwärts gelesen gelten. Grössere Tochterzellen können daher nur in den Formen $\underline{f}u$ oder $\overset{\circ}{f}u$ erscheinen und kleinere Tochterzellen allein von der Form $\underline{f}\overset{\circ}{u}$ erzeugen; kleinere Tochterzellen besitzen nur die Formen $\underline{f}\overset{\circ}{u}$ oder $\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}$ und erzeugen kleinere Tochterzellen allein von der Form $\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}$, bezw. umgekehrt.

Damit sind alle Bedingungen erfüllt, die Entwicklungsgeschichte eines beliebigen Fadens oder Fadenstücks abzuleiten. Man findet die Stammzelle des Zwillinges, wenn man die beiden jüngst gebildeten *u* ausschaltet und das *f* der kleineren Tochterzelle mit seinem Zeichen, dem *f* der grösseren Tochterzelle als zugehöriges *u* anfügt. Beim Drilling tritt hierzu die unveränderte Drillingszelle und der so gewonnene Mutterzwilling wird dann, wie oben gezeigt, auf die Stammzelle zurückgeführt.

Der Drilling $\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{f}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{u}\overset{\circ}{f}$ entstand aus

dem Mutterzwillinge $\overset{\circ}{f}u$ uf und dieser aus

der Stammzelle $\overset{\circ}{f}u$.

Die Anwendung des Vorstehenden zur Ermittlung des Stammbaumes vielgliedriger Fäden führt nunmehr auf das folgende Entwicklungsgesetz:

Die grössere Tochterzelle der n ten theilt sich in der folgenden Theilungsperiode, ($n + 1$ ten), die kleinere Tochterzelle dagegen regelmässig erst in der zweitfolgenden, ($n + 2$ ten) Theilungsperiode.

Dieses Gesetz lässt die kleinere Tochterzelle unverändert in die $n + 1$ te Theilungsperiode übergehen und in derselben zu einer Drillingszelle werden, indem sie dem neuen Theilungsproduct der grösseren Tochterzelle, einem Zwilling (Z) vor oder nachgeschoben wird. In der $n + 2$ ten Theilung wird sie dann wieder Mutter und bildet einen einfachen Zwilling. Alle Zwillinge der n ten Theilung, die einfachen sowohl wie die Drillingszwillinge, $Z + (Z)$, müssen mithin in der $n + 1$ ten Periode je einen Drilling, jede Drillingszelle aber, als unveränderte kleinere Tochterzelle aus der $n - 1$ ten Periode, ausserdem einen einfachen Zwilling bilden.

Die $n + 1$ te Periode enthält demnach soviel einfache Zwillinge als die n te Drillinge, und soviel Drillinge als die n te einfache Zwillinge + Drillinge. Zellenzahl in toto, Gruppierung der Glieder, Zuwachs, regeln sich sämmtlich nach Massgabe der bekannten recurrenten Reihe:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89,

Der Faden besteht:

| nach Theilung | aus Zellen | aus Zwillingen und aus Drillingen | |
|---------------|------------|-----------------------------------|----|
| 1 | 2 | 1 | — |
| 2 | 3 | — | 1 |
| 3 | 5 | 1 | 1 |
| 4 | 8 | 1 | 2 |
| 5 | 13 | 2 | 3 |
| 6 | 21 | 3 | 5 |
| 7 | 34 | 5 | 8 |
| 8 | 55 | 8 | 13 |

u. s. f.

Dieses Gesetz greift auf's tiefste in die Entwicklung der Bacillarien ein; es wirkt als ein überaus mächtiges Hemmniss der Verzweigung der Zelle entgegen und verhindert wahrscheinlich die zu häufige Wiederkehr der Auxosporenbildung. Es schien mir daher wünschenswerth, die aus demselben zu ziehenden Folgerungen einer mehr mathematischen Behandlung zu unterwerfen; auch aus diesem Theile der Arbeit kann ich hier nur einige der wesentlichen Ergebnisse mittheilen.

Bezeichne im Folgenden a die Zahl der einfachen Zwillinge, b die der Drillinge der n ten Theilungsperiode.

Vorausgesetzt, dass die Urmutterzelle die Form f_u besessen habe, kommt der Hälfte aller Schalen $+ 1$, also $(2a + 3b) + 1$, das Zeichen $—$, $(2a + 3b) - 1$ dagegen das Zeichen o zu, diese Zeichen vertheilen sich auf f und u in ungleicher Weise.

Der Faden enthält an Elementen:

| | | | | | |
|--------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| | \underline{f} | \underline{f}_o | \underline{u} | \underline{u}_o | |
| n te Periode . . . | $(a + 2b) + 1;$ | $(a + b) - 1;$ | $a + b;$ | $a + 2b;$ | $= 4a + 6b.$ |
| Zuwachs . . . | $a + b$ | b | b | $a + b;$ | $= 2a + 4b.$ |
| <hr/> | | | | | |
| n + 1 te Periode | $(2a + 3b) + 1;$ | $(a + 2b) - 1;$ | $a + 2b;$ | $2a + 3b;$ | $= 6a + 10b.$ |

Diese Elemente treten zu Zellen zusammen und bilden

| | | | | |
|-------------------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| in der nten Periode | \underline{fu} | \underline{fu}_o | \underline{fu}_o | \underline{fu}_o bzw. umgekehrt. |
| in den einf. Zwillingen . | $b - a ;$ | $a ;$ | $0 ;$ | $2a - b ; = 2a.$ |
| in den Drillings-Zwillingen . | $a + 1 ;$ | $0 ;$ | $b ;$ | $(b - a) - 1 ; = 2b.$ |
| in den Drillingszellen . . . | $0 ;$ | $b - a ;$ | $a ;$ | $0 ; = b.$ |
| <hr/> | | | | |
| | $b + 1 ;$ | $b ;$ | $a + b ;$ | $a - 1 ; = 2a + 3b.$ |
| in der n + 1 ten Periode | \underline{fu} | \underline{fu}_o | \underline{fu}_o | \underline{fu}_o bzw. umgekehrt. |
| in den einf. Zwillingen . . . | $a ;$ | $b ;$ | $0 ;$ | $b - a ; = 2b.$ |
| in den Drillings-Zwillingen . | $b + 1 ;$ | $0 ;$ | $a + b ;$ | $a - 1 ; = 2a + 2b.$ |
| in den Drillingszellen . . . | $0 ;$ | $a ;$ | $b ;$ | $0 ; = a + b.$ |
| <hr/> | | | | |
| | $(a + b) + 1;$ | $a + b ;$ | $a + 2b ;$ | $b - 1 ; = 3a + 5b.$ |

Vorstehende Werthe sind durch organische Ableitung gewonnen und stimmen mit den durch Construction gefundenen überein. Ohne näheres Eingehen auf die Ableitungen könnten sie indess leicht zu irrthümlichen Auffassungen führen. Die Verschiebungen und Formveränderungen, welche beim Uebergange aus der n - 1ten in die nte und die n + 1te etc. Periode thatsächlich stattfinden, habe ich durch die graphische Darstellung auf der beigegebenen Tafel I. zu erläutern versucht.

Den verwickelten Aufbau des Fadens aus seinen Elementen \underline{f} , \underline{f}_o , \underline{u} , \underline{u}_o , gelingt es durch Bildung von Gruppen niederer und höherer Ordnungen anschaulich zu machen. Aus den hierauf bezüglichen Untersuchungen theile ich nur die folgende Formel mit, worin gleiche Buchstaben und Ziffern homologe Gruppen bezeichnen und das Vorzeichen -, lediglich auf die umgekehrte Folge der Elemente der mit dem Vorzeichen + versehenen Gruppen, bei Ablesung der Fadenformel von links nach rechts, deutet.

$$\begin{array}{cccccc}
 +1 & +A - 1 & +B - 1 & +4 - A - 1 & +4 - B + 1 - A - 1 & \\
 \left| \right. & \\
 4te & 7te & 8te & 9te & 10te & \\
 & & & & & + 4 + A - 4 + 1 - B + 1 - A - 1 \\
 & & & & & \left| \right. \\
 & & & & & 11te \\
 & & & & & + 4 + A - 1 + B - 4 + 1 + A - 4 + 1 - B + 1 - A - 1 \\
 & & & & & \left| \right. \\
 & & & & & 12te \text{ Theilung}
 \end{array}$$

In dieser Formel lassen sich leicht kleinere charakteristische Untergruppen bilden und durch Zusammenfassen grösserer homologer Gruppen zu Elementen höherer Ordnung, wird schliesslich die engste Begrenzung

der drei grossen Gruppen ausgedrückt, welche in jedem Faden, gleichviel der wievielten Theilung, nachgewiesen werden können:

$$(+I - 1) (+4 + II) (+4 - I)$$

In diesen Gruppen sind die Elemente in einer symmetrischen Anordnung der Art, dass von den freien Enden des Fadens aus auf-, bzw. abwärts, gleiche Stellen durch gleiche Elemente (f , u) mit gleichen Zeichen ($-$, o) besetzt sind, mit alleiniger Ausnahme der Schlusschale der ersten, und der Anfangschale der dritten Gruppe, welche ungleiche Zeichen besitzen. Ausgenommen ferner die Anfangs- und die Schlusschale, denen ungleiche Zeichen zukommen, besitzt auch die Mittel-Gruppe einen ähnlichen symmetrischen Bau; nur ihr Mitteltheil ist im bestimmten Umfange unsymmetrisch.

Für die Symmetrie der Elemente in dem angedeuteten Sinne, findet man in der n ten Theilung von je einem freien Ende des Fadens bis zur Mitte, den folgenden Ausdruck:

$$\left[\frac{2(a+b)-1+1}{x} \right] + \left[\frac{1+2(b-a)-2+1}{x} \right] + \left[\frac{1+2(5a-3b)-2+1}{x} \right] \\ + \left[\frac{1+2(13b-21a)-2+1}{x} \right] + \left[\frac{1+2(89a-55b)-2+1}{x} \right] + \dots$$

Die mit \times bezeichneten Einheiten (Schalen) sind unsymmetrisch. Wird der symmetrische Theil eines Gliedes = 0, dann folgen bis zur Faden-Mitte $2a + 3b$, nur noch unsymmetrische Elemente, deren aber nie mehr als noch 3, nie weniger als noch 1 sein können. In der Mitte des Fadens liegt daher stets eine Gruppe von 4, 6 oder 8 unsymmetrischen Schalen.

Bezüglich der Symmetrie ist z. B. ein Faden 9ter Theilung wie folgt zusammengesetzt:

$$67 + \frac{2}{x} + 14 + \frac{2}{x} + 2 + \frac{2}{x} + \frac{4}{x} + 2 + \frac{2}{x} + 14 + \frac{2}{x} + 67.$$

Von hervorragender Bedeutung ist unser Gesetz für die Grössenverhältnisse der unter seiner Herrschaft erzeugten Zellen und für die Vermehrung im Ganzen.

Bei fortgesetzter Zweitheilung regeln sich die Grössenverhältnisse bekanntlich nach den Coefficienten der Binomialreihe und die Vermehrung erfolgt nach deren Summe $S = 2^n$. Mit wachsendem n schreiten hier die einzelnen Glieder nach den Reihen der figurirten Zahlen¹⁾ fort. Die Gliederzahl der Binomialreihe ist = $n + 1$ und die höchste Ordnung figurirter Zahlen mit deren ersten Gliede = 1 die Reihe schliesst, ist die n te. Fortgesetzte Zweitheilung erzeugt daher Zellen von $n + 1$ verschiedenen Grössen, deren kleinste um $2n\gamma$

1) Die Glieder einer arithmetischen Reihe r ter Ordnung, in welcher das erste Glied = 1 und für welche jedes Glied der r ten Differenzreihen = 1 ist, bilden die figurirten Zahlen der r ten Ordnung.

kleiner als die Urmutterzelle ist, wenn γ den Dickendurchmesser der Gürtelbandmembran bedeutet.

Unser Gesetz bedingt eine wesentlich andere Reihe. Als Ergebniss meiner Untersuchungen stelle ich hier die Formel auf, welche die Zahl der Zellen der Ordnungen $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ 1) in der nten Theilung feststellt:

$$1\alpha + \frac{n}{1}\beta + \frac{n-1 \cdot n-2}{1 \cdot 2}\gamma + \frac{n-2 \cdot n-3 \cdot n-4}{1 \cdot 2 \cdot 3}\delta + \frac{n-3 \cdot n-4 \cdot n-5 \cdot n-6}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}\epsilon + \dots + \frac{n-(r-2) \cdot n-(r-1) \cdot \dots \cdot n-(2r-4)}{1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot r-1}x.$$

In dieser allgemeinen Form ist die Reihe wahrscheinlich nicht, oder wenn überhaupt, nur nach schwierigen Transformationen durch Integration zu summiren. Von einer Summenformel kann aber um so leichter abgesehen werden, als die Zellenzahl nter Theilung sofort aus unserer Hauptreihe 1, 1, 2, 3, 5, 8 . . . abgeleitet werden kann. Die einzelnen Glieder, und darauf allein kommt es hier an, sind sehr einfach zu berechnen.

Diese Reihe hat nur $\frac{n}{2} + 1$ bei geradem und $\frac{n+1}{2} + 1$ Glieder bei ungeradem n; die höchste Ordnung figurirter Zahlen, mit dem zweiten Gliede bei geradem n die Reihe schliesst, ist $\frac{n}{2}$, und mit dem ersten = 1 bei ungeradem n die Reihe schliesst, ist $\frac{n+1}{2}$. Die Theilung nach unserem Gesetze erzeugt daher Zellen von nur $\frac{n}{2} + 1$ bzw. $\frac{n+1}{2} + 1$ verschiedenen Grössen, deren kleinste nur um n γ , bzw. n + 1 γ kleiner als die Urmutterzelle ist.

Um aber die mächtige Wirkung des Gesetzes, welche der Zweitheilung gegenüber als eine gewaltige Verlangsamung der Verkleinerung der Zelle erscheint, anschaulicher zu machen, seien hier die Ziffern der 6ten bzw. 12ten Theilung einander gegenübergestellt; selbstverständlich imponiren die Differenzen mit wachsendem n ins Kolossale, ich stehe aber davon ab lediglich Rechenexempel zu Papier zu bringen.

| | α | β | γ | δ | ϵ | ζ | η | ϑ | ι | κ | λ | μ | ν | |
|------------|----------|---------|----------|----------|------------|---------|-----------|-------------|---------|----------|-----------|-------|------------|--------|
| 6te Thlg. | 1 | 6 | 15 | 20 | 15 | 6 | 1 | | | | | | | = 64 |
| | 0,16 | 9,4 | 23,4 | 31,3 | 23,4 | 9,4 | 0,16 pCt. | | | | | | | |
| do. | 1 | 6 | 10 | 4 | | | | | | | | | | = 21 |
| | 4,8 | 28,6 | 47,6 | 19 pCt. | | | | | | | | | | |
| 12te Thlg. | 1 | 12 | 66 | 220 | 495 | 729 | 924 | 729 | 495 | 220 | 66 | 12 | 1 | = 4096 |
| | 0,024 | 0,29 | 1,6 | 5,4 | 12,1 | 19,3 | 22,5 | 19,3 | 12,1 | 5,4 | 1,6 | 0,29 | 0,024 pCt. | |
| do. | 1 | 12 | 55 | 120 | 126 | 56 | 7 | | | | | | | = 377 |
| | 0,27 | 3,2 | 14,6 | 32 | 33,4 | 14,9 | 1,9 pCt. | | | | | | | |

1) Die Zellen der Ordnung β sind um 2 γ , der Ordnung γ um 4 γ , der Ordnung δ um 6 γ kleiner, als die Zelle der Ordnung α (die Urmutterzelle).

Die Zahl der kleinen Zellen, welche gebildet werden, ist nicht nur absolut sehr viel niedriger, sondern es überwiegt auch die Procentzahl der grösseren unter den überhaupt erzeugten Zellen, ganz ausserordentlich. Die Grenze der Verkleinerung, von der man annimmt, sie müsse erreicht werden bevor die Auxosporenbildung die Differenz der Grösse der Art-Zellen ausgleicht, liegt unter diesem Gesetze sehr weit zurück.

Ist man berechtigt die Auxosporen als das Correctiv für die aus der Zweischaligkeit und dem mangelnden Längenwachsthum resultirende Verkümmernng zu betrachten, so erweist sich unser Gesetz als ein Vorbeugungsmittel gegen das Uebermass dieser Verkümmernng. Darin suche ich dessen wesentliche Bedeutung.

Somit handelt es sich bei dem aufgestellten Gesetze um eine Differenz der Theilungsdauer, welche aber regelmässig und stets die kleinere der beiden neu gebildeten Tochterzellen trifft; diese bedarf der doppelten Zeit. Bei der Theilung der Mutterzelle dürfte das Plasma daher in zwei ungleichwerthige Hälften zerfallen, derjenige Theil, welcher der grösseren Tochterzelle einverleibt wird scheint quantitativ reichlicher und mit einer grösseren vitalen Energie versehen zu sein, als der andere Theil; es ist sogar noch ein Plus zur Anlegung des Verdickungsringes vorhanden, welcher der kleineren Tochterzelle mangelt, und welche dadurch eben morphologisch als solche erkennbar wird.

Sehr begreiflich sind unter diesen Umständen die häufigen Unregelmässigkeiten, welche durch verfrühete oder gänzlich unterbleibende Theilung der kleineren Tochterzelle entstehen, und ihren Ausdruck in zwischengeschobenen oder mangelnden Gliedern finden. Nach dem Schema des regelmässig gebildeten Fadens sind solche Ausnahmen in der Regel leicht zu ermitteln und durch Rückwärtsconstruction findet man in der Mehrzahl der Fälle ohne Schwierigkeit, während welcher der früheren Theilungsperioden die Unregelmässigkeit stattgefunden und die Stelle an der dies geschehen. Diese Ausnahmen lassen das Gesetz nur um so klarer hervortreten.

Eine ähnliche Gruppierung, Drillings- und Zwillingsbildungen abwechselnd, findet sich bei *Melosira Borrerii* und *Melosira nummuloides*; ein Merkmal für die Unterscheidung der kleineren Tochterzellen ist aber nicht vorhanden. Dennoch würde die hier leicht erkennbare Reihenfolge der Drillings- und Zwillings-Gruppen kund thun, ob auch diese Arten dem Gesetze folgen. Jedenfalls sind hier die Ausnahmen häufig, dass sie leicht die Regel verwischen. Indess genügte das mir zu Gebote stehende Material, wegen der geringen Gliederzahl der Fäden, nicht, um die Frage zu entscheiden.

Bei anderen Arten hat es mir noch nicht gelingen wollen, mit Sicherheit Drillingsbildungen nachzuweisen. Dieser Umstand spricht

aber keineswegs gegen die Geltung des Gesetzes auch in diesen Fällen; die anatomischen Eigenschaften der betreffenden Arten gestatteten die Bestimmung der Fadenformel nicht, die Ueberlagerung und damit die charakteristische Gruppierung der Zellen im Faden, war nicht mit genügender Sicherheit zu erkennen; indess sind auch meine Bemühungen nach dieser Richtung bisher keineswegs erschöpfend gewesen.

3. E. Pfitzer: Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zelleibs.

Eingegangen am 18. Januar 1883.

Bei der Untersuchung der Kerntheilungsvorgänge der *Bacillariaceen* und *Desmidiaceen*, mit welcher ich seit einiger Zeit beschäftigt bin, erwiesen sich die zur Zeit üblichen besten Färbungsmethoden als in mancher Hinsicht nicht recht genügend. Nach dem an sich sehr guten Böttcher-Hermann-Flemming'schen Saffranin-Verfahren¹⁾ ist es nöthig, die zur Härtung der Objecte benutzte verdünnte Chromsäure rein wieder auszuwaschen, ehe die alkoholische Saffraninlösung zugesetzt wird — ausserdem muss man, wenn man recht reine Kernfärbungen erhalten will, überfärben und den Ueberschuss des Farbstoffs wieder mit Alkohol auswaschen, womit aber gerade im richtigen Moment inne zu halten ist. Das Letztere hat immer seine Schwierigkeiten — bei dickeren Schnitten wird, wie schon Flemming²⁾ hervorhebt, bei der Alkoholauswaschung der Farbstoff bereits aus den oberflächlichen Schichten entfernt, während er in der Tiefe noch diffus vertheilt ist, so dass man keine gleichmässig gefärbten Präparate erhält. Ganz besonders unbequem aber ist dieses Verfahren natürlich bei freilebenden mikroskopischen Organismen, die mit Schlamm gemengt sind, also z. B. gerade bei *Bacillarien*-Aufsammlungen. Wählt man mit Strasburger³⁾ zur Härtung absoluten Alkohol, so vereinfacht sich die Methode, je-

1) Vgl. Flemming in Archiv f. mikrosk. Anatomie XIX, S. 317. Strasburger, Theilungsvorgang der Zellkerne 1882, S. 2. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung 1882, S. 383.

2) Archiv u. s. w. XIX, S. 327.

3) a a. O.

| | Größere Tochterzellen. $f_{\underline{u}}$ bezw. \underline{u} f | Kleinere Tochterzellen. $f_{\underline{u}}$ bezw. \underline{u} f | Größere Tochterzellen. $f_{\underline{u}}$ bezw. \underline{u} f | Kleinere Tochterzellen. $f_{\underline{u}}$ bezw. \underline{u} f |
|---------------|---|--|---|--|
| $n-1$ te Z | $2a-b$ | $b-a$ | $2a-b$ | $b-a$ |
| (Z) | $(b-a)+1$ | $2a-b$ | a | $b-a$ |
| d | | a | $(2a-b)+(b-a)$ | b |
| n te Z | $a+1$ | $b-a$ | a | $(2a-b)+(2b-3a)$ $(b-a)+1+(2a-b)-1$ |
| (Z) | $b-a$ | $b-a$ | a | $2a-b$ |
| d | $(\frac{2a-b}{b-a})+1$ $a+1$ | $b-a$ | a | $(\frac{2b+3a}{2a-b})-1$ $(b-a)-1$ |
| $n+1$ te Z | $b+1$ | b | $b-a$ | $a-1$ |
| (Z) | a | $(b-a)+a$ | $a+b$ | $b-a$ |
| d | $(\frac{b-a}{a+1})+1$ $b+1$ | a | $(b-a)+(2a+b)$ $(a+1)+(b-a)-1$ | $(\frac{2a-b}{b-a})-1$ $a-1$ |
| | $(a+b)+1$ | $a+b$ | $a+2b$ | $b-1$ |

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Otto Georg Ferdinand

Artikel/Article: [Das Gesetz der Zelltheilungsfolge von Melosira \(Orthosira\) arenaria Moore 35-44](#)